

## Habt ihr schon gewusst ... 122 ... Kaffeetasse im ICE

Diesmal geht es nicht darum, wie kann man mit Milch, Zucker und mit Abwarten eine Tasse Kaffee von 90°C möglichst schnell abkühlen?

Die Preisfrage lautet heute:

Ändert sich die Temperatur einer Tasse Kaffee, wenn die Tasse in einem ICE steht und der ICE aus dem Bahnhof heraus anfährt und dann mit 320 km/h über das Schienennetz donnert? ODER ändert sich die Temperatur der Luft, die im ICE relativ zum Bahndamm mit dieser Geschwindigkeit bewegt wird.



In der thermodynamischen Definition der Temperatur ist die Temperatur der Luftteilchen im Prinzip ein anderer Ausdruck für die „Bewegungsenergie“ dieser Teilchen. An dieser Stellen würden vermutlich schon welche protestieren ... sie wären nur einverstanden, wenn man von „ungeordneter Bewegung“ spricht.

### Vorbilder

**Einstein** ging davon aus, dass die Uhr in einem bewegten Bezugssystem (ICE relativ zum Bahnsteig) langsamer läuft. Und daher postulierte er eine – wenn auch extrem minimale – Abnahme der Temperatur in bewegten Bezugssystemen, denn wenn die Teilchen für die gleiche Bewegung eine größere Zeit benötigen (Zeitdilatation), dann sinkt ihre Bewegungsenergie – zumindest die Komponente, die parallel zum Bahndamm liegen – und die Temperatur müsste absinken.

**Max Planck** bestätigte Einstein und ging 1907 davon aus, dass die Temperatur in einem bewegten Inertialsystem tatsächlich absinken müsste.

**Arthur Stanley Eddington** – ein Astrophysiker – ging von einer Erwärmung des bewegten Körpers aus.

**Peter Landsberg** und **Nico van Kampen** formulierten noch zu Lebzeiten von Einstein (abgeleitet von theoretischen Ansätze in der Thermodynamik) die Vorhersage, dass sich die Temperatur nicht ändern wird.

**Augsburger** Physiker Jörn Dunkel und Peter Hänggi behaupten nun, dass sie die These von Landsberg und van Kampen bestätigen können. Berücksichtigt man keine der gewöhnlichen Reibungseffekte, dann spielt die Geschwindigkeit eines bewegten Körpers in einem Inertialsystem (z.B. ICE mit hoher Geschwindigkeit relativ zum Bahnhof) keine Rolle für dessen Temperatur, wenn sie mit einem „statistisch definierten Thermometer“ gemessen wird. Dunkel und Hänggi stützen ihre Vorhersage auf Computersimulationen eines komplexen Gases in einem relativistischen Szenario ... in dem nicht nur die Wechselwirkung der Gasatome untereinander – sondern ganz wesentlich – auch die Wechselwirkung mit den umgebenden Wänden eine Rolle spielt. Die Modellrechnung geht hierbei nur von der „Zeitsymmetrie (Energieerhaltungssatz)“, „Raumsymmetrie (Impulserhaltungssatz)“ und „Rotationsymmetrie (Drehimpulserhaltung)“ aus.

### Arbeitsauftrag

Erläutern Sie diesen Themenkomplex in einer Präsentation für eine Zuhörerschaft, die keine Details über die spezielle Relativitätstheorie kennen.